

# La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países

Ángel Vázquez-Alonso<sup>1</sup> y María- Antonia Manassero-Mas<sup>2</sup>

Universidad de las Islas Baleares. España. <sup>1</sup>[avazqza@gmail.com](mailto:avazqza@gmail.com), <sup>2</sup>[ma.manassero@uib.es](mailto:ma.manassero@uib.es)

[Recibido en octubre de 2014, aceptado en enero de 2015]

El declive de las tasas de jóvenes (especialmente mujeres) enrolados en la educación superior en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM) constituye un gran reto internacional aunque con distintos matices según el país. Este estudio analiza algunos factores generales que pueden influir en la elección de carreras CTIM de hombres y mujeres para entender este reto y, en consecuencia, mejorar los patrones de reclutamiento, la retención y la equidad de género en la educación CTIM. Se encuestaron estudiantes de primer año de universidad enrolados en estudios CTIM de seis países latinos mediante el cuestionario del proyecto IRIS (Interés y Reclutamiento en Ciencia) y se analizan las percepciones de los estudiantes sobre cuatro factores determinantes de la elección: experiencias escolares previas, personas influyentes, actividades extraescolares y prioridades para el futuro percibidos por la juventud. Los resultados cuantitativos de las preferencias permiten identificar los factores más influyentes en la elección, los perfiles nacionales por países y las diferencias entre hombres y mujeres; como factores más importantes para elegir CTIM destacan el interés por la ciencia, las lecciones que muestran aplicaciones prácticas, los buenos profesores de ciencias, las series de TV, los libros y las revistas de ciencia populares y algunas de las prioridades para el futuro (hacer algo interesante, usar el talento y el desarrollo personal). Muchos ítems muestran diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, y prácticamente todos entre países. Se discuten las implicaciones para la enseñanza de la ciencia que mejoren el reclutamiento y la educación en los cursos CTIM.

**Palabras clave:** elección de las carreras científicas, intereses y prioridades, equidad de género, reclutamiento y retención.

## The Choice of Scientific and Engineering Higher Studies: Analysis of Some Influential Factors across Six Countries

This paper addresses the international challenge of young people's declining rates (lower for women) to pursue a higher education career in science, technology, engineering and mathematics (STEM), though very nuanced depending on the country. The aim is to provide evidence-based data to understand the challenge for men and women, and consequently, to improve the patterns of recruitment, retention and gender equity in STEM degrees. In the framework of the IRIS project (Interest & Recruitment in Science), STEM students from six Latin countries in their first-year of college were surveyed through the IRIS research questionnaire about a variety of influencing factors: previous school experiences, influencing persons, out-of-school activities and priorities for the future. The quantitative results allow finding the most influential factors on STEM choice, the national profiles of the countries and the differences between women and men; the most important factors for choosing a STEM degree are the interest in science, the lessons showing practical applications, good science teachers, popular science TV series, books and magazines and some priorities for the future (doing something interesting, using talents, developing myself). Further, many items display statistically significant differences across gender, and practically all items show differences across countries, which also devise patterns for the countries. Finally, the implications for teaching science and improving the recruitment in CTIM education are discussed.

**Keywords:** Choice of scientific careers, interests and priorities, gender equity, recruitment and retention.

## Introducción

Las bajas tasas de vocaciones de jóvenes a los estudios superiores en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM) es causa de preocupación internacional desde hace años, especialmente por el impacto de la ciencia y tecnología en el desarrollo económico y social de los países (Comisión Europea, 2004). En España, a partir de datos de la Oficina de Estadística española ([www.ine.es/](http://www.ine.es/)) el enrolamiento en estudios superiores CTIM muestra una disminución continua en la década 2000-2010 en las titulaciones de Química (-64 %), Física (-62 %), Matemáticas (-62 %), a los que se añade una menor proporción de mujeres en algunas

como Física (28 %) e Ingeniería (24 %), aunque son mayoría en Química (59 %) o Biología (63 %). En Colombia, apenas el 2% de los estudiantes de educación terciaria o superior se matriculan en cursos de CTIM, y con tasas de abandono de hasta 50 % (MEN, 2009). El objetivo de este artículo es aportar datos y pruebas de investigación para destacar y comprender los factores que determinan la elección de los jóvenes de las carreras de CTIM en seis países latinos, y especialmente de las mujeres.

Hace años Fensham (2004) criticó la enseñanza de la ciencia por alimentar actitudes negativas y falta de interés hacia la ciencia escolar, que consideraba el problema más dramático de la educación científica. El informe Rocard (Rocard *et al.*, 2007), así como otros estudios de todo el mundo (PISA 2006, ROSE 2004) confirman esa valoración y proporcionan pruebas preocupantes del declive del interés de la juventud hacia estudios y carreras CTIM y el impacto sobre la enseñanza de las ciencias. Otros investigadores han confirmado la desilusión, la evasión y la baja elección de los jóvenes en relación con las materias de ciencias de la escuela básica (Vázquez y Manassero, 2009a, 2009b). Por ello, el descenso general de las vocaciones de CTIM es un tema actual de la investigación en didáctica de la ciencia (Bøe, Henriksen, Lyons y Schreiner, 2011).

El proyecto ROSE (Relevancia de la Educación Científica) muestra la escasa intención de los adolescentes de 15 años de elegir una profesión relacionada con CTIM, la baja incidencia de la educación científica en el pensamiento crítico y la dificultad percibida de aprendizaje de las ciencias (Schreiner y Sjøberg, 2004). Por ejemplo, en respuesta a si la ciencia en la escuela les gusta más que otras materias escolares, en la mayoría de los países industrializados la respuesta es claramente negativa y en algunos de ellos con un sesgo de género muy importante, es decir, a las chicas les gusta mucho menos que a los chicos, mientras que en la mayoría de los países en desarrollo, la ciencia escolar gusta más que otras asignaturas y las diferencias de género son escasas. En otra cuestión clave para el tema de este estudio, se preguntaba si les gustaría tener un trabajo de tecnología; el patrón de la respuesta global es aproximadamente el mismo que el anterior, es decir, la mayoría de los países industrializados dan una respuesta negativa mientras los países en desarrollo dan una respuesta unánimemente positiva; el matiz importante en este caso, además, es que las diferencias de género son enormes en muchos de los países industrializados y menores en los países en desarrollo. Con datos de ese proyecto ROSE, el análisis de la voluntad de los estudiantes españoles para elegir cursos de CTIM antes de la educación superior son particularmente decepcionantes, pues la ciencia escolar y el trabajo en tecnología no son atractivos para los jóvenes y mucho menos para las mujeres (Vázquez y Manassero, 2007; 2008).

La brecha de género hacia las opciones CTIM agrega un rasgo adicional grave sobre la participación de los jóvenes en la ciencia. La brecha de género se proyecta también hacia el futuro en el desempeño de puestos de trabajo: en Estados Unidos de América el promedio de mujeres trabajadoras con títulos en CTIM es, globalmente, la mitad que los hombres y su presencia es menor en ingeniería, aunque es mayor en las ciencias biológicas (ESA, 2011). Con todo, dada la evidente disparidad de los intereses hacia la ciencia entre hombres y mujeres, ese resultado y el consiguiente desequilibrio de su acceso a CTIM no es sorprendente (Schreiner y Sjøberg, 2004; Vázquez y Manassero, 2009a, 2009b).

La extensa investigación de la psicología diferencial ha demostrado que hombres y mujeres, en general, poseen capacidades similares para estudiar ciencia y tecnología. Según el meta-análisis de Hyde (1996) las únicas diferencias significativas y estables entre hombres y mujeres son el rendimiento matemático ( $d = 0,43$ ) y la percepción espacial ( $d = 0,45$ ), pero ambas variables son insuficientes para explicar la menor participación de mujeres en CTIM. La brecha de género en las elecciones de carrera del trabajo parece surgir más bien de los aspectos

actitudinales y de socialización, diferentes en hombres y mujeres, de los cuales se han investigado especialmente la actitud negativa y falta de experiencia de las chicas, la ausencia de modelos de mujeres científicas e ingenieras en la educación, la irrelevancia para las chicas de los temas curriculares, la didáctica y el clima en las clases de ciencias más apropiada para los chicos, la visión masculina inherente a la epistemología científica y la presión cultural y social de los roles de género sobre las mujeres (Blickenstaff, 2005; Vázquez y Manassero, 2014 en prensa).

En este contexto de abandono y desinterés, el problema de la recuperación y promoción de las vocaciones CTIM requeriría la investigación sobre los factores actuales que inducen a los jóvenes a evitar los cursos de ciencias para poder actuar sobre ellos y mejorar. Algunas de las variables cuya influencia en estas decisiones ya se ha informado son, por ejemplo, el medio familiar (Dabney, Chakraverty y Tai, 2013), la elección de temas específicos de la ciencia (Bøe y Henriksen, 2013) o la elección de ciencia pre-universitaria (Bøe, 2012; Vázquez y Manassero, 2009a; 2009b).

El proyecto IRIS (2008) plantea la investigación de los factores intrapersonales e interpersonales que pueden influir en la elección de los cursos de CTIM de los jóvenes (especialmente las mujeres) en seis países europeos. IRIS tiene como objetivo determinar las razones, las causas y las motivaciones de la elección y desarrollar conocimientos y recomendaciones, respaldadas por datos y pruebas, sobre la manera de mejorar el reclutamiento CTIM, la retención y la graduación. IRIS reúne datos a través de una encuesta (IRIS- Q) con preguntas abiertas y cerradas (Bøe y Henriksen, 2013; Holmegaard, Madsen y Ulriksen, 2012). Este trabajo presenta los resultados sobre algunas preguntas de tipo Likert cerradas de IRIS- Q por las limitaciones de la extensión del informe.

El marco teórico general de IRIS adopta el modelo de Eccles de la expectativa-valor sobre logro y elección (Eccles y Wigfield, 2002). Según este modelo, la elección está directamente determinada por las expectativas de éxito y por los valores subjetivos atribuidos a las tareas (intereses, logro, servicios y costos). A su vez, expectativas y valores están influenciados por las creencias sobre tareas específicas (percepción de competencia, dificultad de las tareas, metas personales y auto-esquemas), las percepciones de otras personas, las actitudes y expectativas, los recuerdos afectivos, las interpretaciones de los resultados de anteriores logros, la socialización de conductas y creencias, el entorno cultural y los acontecimientos históricos. Estos conceptos teóricos se han traducido al cuestionario IRIS y algunos resultados de ellos se presentan aquí.

Los autores participaron como investigadores asociados invitados para aplicar IRIS-Q en seis países latinos (Argentina, Brasil, Colombia, Panamá, México y España) de acuerdo con el diseño de IRIS y una importante limitación de tiempo. El contexto educativo y social de los seis países es muy diferente, pues España se encuentra en el Espacio Europeo de Educación Superior (Bolonia), mientras que, a su vez, los países de América difieren entre sí en muchos otros aspectos cruciales (p.e. la educación superior en Argentina es gratuita). Además, este estudio se vincula también con el documento "Metas Educativas 2021" para los países iberoamericanos, que alienta los esfuerzos de los gobiernos por mejorar la educación en general y la educación científica, en particular, proponiendo una serie de indicadores de logro a conseguir para 2020. En concreto, el indicador 18 de las metas plantea aumentar el porcentaje de estudiantes que optan por la formación científica o técnica en la educación post-obligatoria (OEI, 2010).

En consonancia con las metas, el objetivo de este estudio es obtener pruebas para comprender los factores que determinan la elección de los jóvenes de las carreras de CTIM, y especialmente de las mujeres, y las preguntas de investigación son:

- ¿Qué prioridades, valores y experiencias de los jóvenes determinan su elección educativa para CTIM?
- ¿Los países presentan diferencias y patrones específicos de la elección?
- ¿Cuáles son las diferencias entre hombres y mujeres?

## Método

Este estudio forma parte de un proyecto más amplio denominado IRIS, financiado por la Comisión Europea dentro del 7º Programa Marco, para estudiar los rasgos sociales y educativos que determinan la elección de una carrera CTIM de educación superior.

## Participantes

Los participantes válidos en el estudio son 2559 estudiantes de primer año matriculados en cursos y estudios de CTIM (59% hombres, 41% mujeres) en algunas universidades de seis países latinos (Argentina, Brasil, Colombia, Panamá, México y España), quienes, anónima y voluntariamente, accedieron a completar de cuestionario IRIS (tabla 1).

**Tabla 1.** Distribución geográfica de la muestra por países.

País	N	Mujeres (%)	Ciudades
Argentina	132	55	Buenos Aires
Brasil	365	43	Sao Paulo
Colombia	1217	32	Bogotá, Medellín, Cali, Pereira, Ibagué (y otras)
España	558	52	Palma de Mallorca, Valladolid, Madrid
México	40	45	México DF
Panamá	287	46	Ciudad de Panamá, David

Los funcionarios de las universidades envían por correo electrónico a todos los estudiantes de primer año de CTIM una invitación personal, que solicita su participación voluntaria para completar un formulario electrónico del cuestionario IRIS. La muestra válida alcanzada es de aproximadamente un 20% de la población objetivo que fue invitada a participar. Los estudiantes recibieron garantías de que sus respuestas anónimas solo se utilizarían para los fines de la investigación. Por tanto, la muestra de estudiantes no es estrictamente una muestra aleatoria, pero las respuestas válidas se obtuvieron al azar, pues dependieron de la decisión individual de participar libremente. La implementación de todos estos factores y el poco tiempo disponible son el motivo de la desigual participación.

## Instrumentos

El instrumento es el cuestionario IRIS-Q para estudiantes de primer año en las carreras de CTIM, que pregunta sobre algunas características educativas contextuales, interpersonales y experiencias personales. Contiene 65 ítems que indagan sobre la enseñanza de ciencias y las experiencias de aprendizaje en la escuela, la inspiración para la elección en la educación, las expectativas de trabajo futuro, experiencias en la universidad, las actitudes hacia la igualdad de género en CTIM, las personas y situaciones importantes, las percepciones de los estudiantes en su primer año de universidad, etc. También plantea algunas preguntas sociodemográficas referidas al sexo, año de nacimiento, estudios previos o institución.

El IRIS-Q presenta cuestiones abiertas y cerradas. Las abiertas piden a los estudiantes que escriban su propia respuesta (p.e. "describa cómo llegó a elegir este curso"), mientras que las preguntas cerradas piden a los estudiantes que califiquen sus ítems. Las cerradas comparten un diseño común: una pregunta inicial plantea el enfoque de la cuestión (p.e. "¿Cuán importante

fue cada uno de los siguientes factores en la elección de su curso?"), que es seguido por un conjunto de diferentes ítems. Se le pide al encuestado evaluar cada ítem en un formato Likert de cinco puntos (desde "no importante / no de acuerdo" a "importante / de acuerdo") en relación con la pregunta inicial (cuyo punto medio es la valoración 3). En este estudio se exponen los resultados de una parte de los ítems del cuestionario debido a las limitaciones de espacio.

## Procedimientos

El cuestionario inglés original IRIS-Q fue traducido y adaptado al portugués y español con dos traductores independientes y un procedimiento de revisión de traducción de doble vuelta. Los datos fueron recogidos a lo largo del año 2012 bajo el impulso y supervisión de una red de investigadores y la colaboración de las universidades participantes en los seis países.

Las formas IRIS-Q en español y portugués fueron administrados a través de la plataforma web oficial IRIS bajo la coordinación del web-master del proyecto IRIS y siguiendo su protocolo estandarizado. El protocolo incluye una invitación a participar dirigido a las instituciones de educación superior; las instituciones participantes enviaron a su población objetivo (estudiantes de primer año de CTIM) un correo electrónico personal para promover su participación, invitando a completar el IRIS-Q. Una red de investigadores en cada país gestionó los procesos de desarrollo, contacto, invitación, supervisión y respuesta del IRIS-Q.

Los resultados que se presentan aquí se corresponden con algunas cuestiones del IRIS-Q de formato Likert para ajustarse al espacio disponible. Para describir la importancia global de las respuestas de los estudiantes y sintetizar toda la información en menos espacio, para cada ítem, se calcula el promedio ponderado de las tasas de respuesta sobre los cinco puntos de Likert de cada ítem y las diferencias entre grupos mediante un ANOVA (estadístico F).

## Resultados

Los resultados muestran el perfil de la elección de carrera a través de las respuestas de los estudiantes a algunos ítems cerrados del IRIS-Q que plantean la importancia de creencias y experiencias previas a la elección: las experiencias escolares, la importancia de las personas y varias actividades extra-escolares, junto con las expectativas futuras de empleo. Además, se informa sobre la significación de algunas comparaciones entre hombres y mujeres y entre los seis países participantes.

### Factores de experiencias escolares previas

La valoración media global de la mayoría de los ítems referidos a las experiencias escolares previas planteadas, en relación con la elección de CTIM, se mantiene por encima del punto medio de la escala significando que los estudiantes las consideran moderadamente importantes (tabla 2). La experiencia más importante para los estudiantes es su interés por los temas científicos; también tiene gran importancia, pero ligeramente menos, obtener realimentación clara (de los profesores) sobre la respuesta correcta y las lecciones que muestran las aplicaciones prácticas de la asignatura. La experiencia escolar menos importante es el trabajo de campo o excursiones, que en este caso se encuentra en torno al punto medio de la escala.

El espacio no permite el detalle de todos los datos, pero las diferencias entre hombres y mujeres son estadísticamente significativas en varios ítems: trabajo experimental o de laboratorio ( $F(1, 2539) = 9,160$ ;  $p = 0,002$ ); trabajo de campo o excursiones ( $F(1, 2528) = 10,018$ ;  $p = 0,002$ ); clases que mostraban la relevancia social del tema o de la ciencia ( $F(1, 2549) = 20,257$ ;  $p < 0,000$ ); aplicaciones prácticas del tema ( $F(1, 2541) = 5,963$ ;  $p = 0,015$ );

uso de matemáticas en clase ( $F(1, 2541) = 26,139$ ;  $p < 0,000$ ). Las mujeres dan más importancia que los hombres a todas esas experiencias, excepto el uso de las matemáticas en el aula, que las mujeres consideran significativamente menos importante.

**Tabla 2.** Respuestas a la cuestión siguiente: ¿Cuál fue la importancia de cada una de las siguientes experiencias escolares para la elección de su carrera?

Ítems	ARGENTINA		BRASIL		COLOMBIA		ESPAÑA		MEXICO		PANAMA	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
1.Su interés por el tema	4,11*	1,24	4,74°	0,65	4,47	0,91	4,37*	0,84	4,63	0,54	4,59°	0,81
2.Su logro anterior en los temas relacionados con ello	3,14*	1,39	4,00°	1,04	3,82°	1,22	3,35*	1,15	3,95°	1,01	3,96°	1,22
3.Trabajo experimental o de laboratorio	3,11*	1,54	4,32°	1,00	3,16	1,42	2,99*	1,37	4,03°	1,19	3,69°	1,36
4.Trabajo de campo o excursiones	2,35*	1,39	4,04°	1,07	2,47*	1,41	2,62*	1,35	2,98	1,37	3,30°	1,50
5.Clases que mostraban la relevancia del tema para la sociedad	3,04*	1,42	4,16°	0,97	3,37	1,39	3,04*	1,23	3,73	1,34	4,01°	1,13
6.Clases que mostraban aplicaciones prácticas del tema	3,30*	1,51	4,67°	0,67	3,76	1,34	3,45*	1,21	4,00	1,01	4,19°	1,08
7.El uso de matemáticas en las clases	3,10*	1,44	4,25°	0,98	3,76°	1,32	2,48*	1,38	3,53	1,18	3,74°	1,38
8.Saber con certeza que ha llegado a la respuesta correcta	3,27*	1,35	4,4°	0,91	3,76	1,28	3,38*	1,21	4,00°	0,89	4,20°	1,07

Las puntuaciones medias marcadas con asterisco (\*) y el superíndice (°) corresponden a las puntuaciones más bajas (\*) y más altas (°) de la serie de cada elemento, que indican diferencias estadísticamente significativas entre los países marcados con esas etiquetas ( $p < 0,05$ ).

En general, los perfiles medios de los países sobre los ítems de esta cuestión aparecen relativamente paralelos, con los máximos y mínimos relativos más o menos en los mismos ítems. Sin embargo, estas líneas de perfil de país muestran diferencias cuantitativas importantes. Se aprecia un patrón de división en dos grupos de países, que se podrían denominar países más optimistas y más pesimistas en la valoración de la importancia, que causan diferencias significativas entre países con las puntuaciones mayores o menores. Los países optimistas (Brasil y Panamá) tienden a puntuar la importancia de todos los factores más alto que los países pesimistas (España y Argentina), que tienden a considerar los factores de esta cuestión menos importantes que los demás países; el resto de los países se sitúan entre ambos grupos. España destaca especialmente por la baja importancia atribuida al uso de las matemáticas en el aula y Argentina por la baja importancia del trabajo de campo. En el perfil

de Brasil, la importancia de las aplicaciones prácticas es equiparable prácticamente al interés. La tabla 2 pormenoriza detalles de las diferencias estadísticamente significativas entre países.

### Factores de personas relevantes

En esta segunda cuestión son evaluadas las importancias diferenciales de diversas personas (padres, profesores, amigos, hermanos, consejeros escolares, etc.) potencialmente influyentes sobre la decisión de los estudiantes de elegir carreras CTIM (tabla 3). En general, las personas de la lista reciben puntuaciones que se sitúan aproximadamente en torno al punto medio de escala, con excepción de los buenos profesores, que constituyen un máximo relativo del perfil de esta cuestión, alcanzando una puntuación superior al punto medio, y mejor que el resto de las personas.

Las mujeres valoran a todas las personas incluidas en este ítems con mayor importancia que los hombres y las diferencias favorables a las mujeres son estadísticamente significativas sobre todos los ítems: madre o madrastra ( $F(1, 2539) = 25,206, p < 0,000$ ); padre o padrastro ( $F(1, 2523) = 14,076, p < 0,000$ ); buenos profesores ( $F(1, 2530) = 9,172, p = 0,002$ ); amigos ( $F(1, 2519) = 5,041, p = 0,025$ ); hermanos y otros familiares ( $F(1, 2519) = 8,410, p = 0,004$ ); orientadores vocacionales ( $F(1, 2513) = 15,634, p < 0,000$ ).

Los perfiles de los países en esta cuestión presentan sus diferencias también en un patrón de división entre países optimistas y pesimistas, cuyas diferencias son estadísticamente significativas entre los países superiores e inferiores. Los países optimistas (Brasil y Panamá) tienden a puntuar más la importancia de todas las personas en relación con los países pesimistas (Colombia, España y Argentina), que tienden a presentar una menor importancia de todas las personas. Panamá es el único país donde la persona más importante no es el profesor, sino la madre. La tabla 3 resume algunos detalles de las diferencias estadísticamente significativas entre países.

**Tabla 3.** Respuestas a la cuestión siguiente: ¿Cuál fue la importancia de las siguientes personas para la elección de su carrera?

Ítems	ARGENTINA		BRASIL		COLOMBIA		ESPAÑA		MEXICO		PANAMA	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
a.Madre o madrastra	2,62*	1,52	3,37°	1,57	2,71	1,56	2,40*	1,37	3,28	1,24	3,86°	1,55
b.Padre o padrastro	2,29*	1,45	3,24°	1,56	2,48	1,52	2,33*	1,37	3,03	1,35	3,38°	1,65
c.Buenos profesores	3,48*	1,47	3,99°	1,37*	3,36	1,49	3,26*	1,39	4,35°	0,92	3,55	1,49
d.Amigos (incluido novio/a)	2,18*	1,39	2,96°	1,51	2,08*	1,33	2,12*	1,20	2,38	1,27	2,86°	1,60
e.Hermanos/as y otros familiares	2,21*	1,45	2,86°	1,52	2,26*	1,42	1,98*	1,22	2,49	1,34	3,19°	1,61
f.Orientadores vocacionales en la escuela	2,09*	1,39	3,13°	1,57	2,03*	1,35	1,99*	1,23	2,73°	1,28	3,00°	1,60

Las puntuaciones medias marcadas con asterisco (\*) y el superíndice (°) corresponden a las puntuaciones más bajas (\*) y más altas (°) de la serie de cada elemento, que indican diferencias estadísticamente significativas entre los países marcados con esas etiquetas ( $p < 0,05$ ).

### Factores de actividades extra-escolares

Otra pregunta se plantea la importancia de algunas actividades extraescolares o de tiempo libre que pueden influir en la toma de decisiones de los estudiantes para elegir carreras CTIM (libros, revistas, películas, museos, juegos, clubes, etc.) En general, la mayoría de estas actividades reciben puntuaciones de importancia intermedias (en torno al punto central de la escala); en la importancia más alta, sobre el punto medio de la escala Likert, se sitúan los programas de televisión y, en segundo lugar, los libros de ciencia y revistas de divulgación. Entre los menos importantes se sitúan los videojuegos y las olimpiadas (tabla 4).

**Tabla 4.** Respuestas a la cuestión siguiente: ¿Cuál fue la importancia de los siguientes aspectos para la elección de su carrera?

Ítems	ARGENTINA		BRASIL		COLOMBIA		ESPAÑA		MEXICO		PANAMA	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
a.Libros y revistas de divulgación científica	3,28°	1,32	3,70°	1,31	3,33°	1,41	2,70*	1,23	3,53°	1,22	3,56°	1,44
b.Libros o películas de ciencia ficción o fantásticos	2,62	1,46	3,12°	1,40	2,80	1,49	2,43*	1,29	2,83	1,08	2,99°	1,57
c.Videojuegos	1,82*	1,28	2,28	1,34	2,25	1,43	1,74*	1,12	2,03	1,03*	2,63°	1,68
d.Centros o museos de ciencias	2,99	1,40	3,17	1,46	2,93	1,44	2,75*	1,37	3,44°	1,29	2,94	1,52
e.Canales o programas de televisión de divulgación científica	3,77	1,43	3,48*	1,35	3,86*	1,28	3,15*	1,36	3,60	1,30	4,01°	1,30
f.Películas o teatro en la televisión	2,68	1,49	2,32	1,39	2,30	1,39	2,33*	1,30	2,60	1,46	3,15°	1,63
g.Olimpiadas de ciencias o matemáticas	2,06*	1,32	2,89°	1,44	2,80°	1,46	1,96*	1,20	2,88°	1,32	2,65°	1,53
h.Ferias de la ciencia, clubes de ciencia, fotografía científica...	2,50*	1,46	3,35°	1,42	2,61	1,49	2,27*	1,33	2,95	1,48	3,18°	1,53

Las puntuaciones medias marcadas con asterisco (\*) y el superíndice (°) corresponden a las puntuaciones más bajas (\*) y más altas (°) de la serie de cada elemento, que indican diferencias estadísticamente significativas entre los países marcados con esas etiquetas ( $p < 0,05$ ).

Cinco actividades muestran las diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres. Por un lado, los chicos dan más importancia que las chicas a la ciencia ficción ( $F(1, 2531) = 15,134$ ,  $p < 0,000$ ) y los juegos de ordenador ( $F(1, 2524) = 181,100$ ,  $p < 0,000$ ); las mujeres conceden más importancia que los hombres a los centros o museos de ciencias ( $F(1, 2525) = 27,891$ ,  $p < 0,000$ ), películas o teatro de TV ( $F(1, 2529) = 48,839$ ,  $p < 0,000$ ) y ferias y clubes de ciencia ( $F(1, 2517) = 31,892$ ,  $p < 0,000$ ). La mayor diferencia aparece en los juegos de ordenador, cuya importancia para las mujeres es muy baja.



En esta cuestión sobre actividades, el patrón optimista / pesimista entre los países se diluye un poco, pues aunque España sigue situado en la parte inferior y Panamá en la parte superior, Argentina y Brasil se separan de ese patrón en algunos ítems. Sin embargo, las diferencias entre los países superiores e inferiores siguen siendo estadísticamente significativas. En el caso de Brasil la actividad más importante no son los programas de televisión, sino los libros de divulgación científica y revistas. La tabla 4 presenta detalles de las diferencias estadísticamente significativas entre países.

### Factores de prioridades para el futuro

Todos los ítems de las prioridades para el futuro tienen una valoración media global muy alta (alrededor del punto 4 y superior). Para toda la muestra (tabla 5), las prioridades más importantes de los estudiantes son las siguientes: hacer algo interesante, utilizar mis habilidades y el desarrollo personal. Alcanzan una gran importancia media pues logran una opinión casi unánime, muy próxima a la puntuación máxima de la escala (5). Los otros ítems logran una importancia ligeramente menor, cuyo mínimo corresponde a ganar dinero pronto, aunque todavía se considera importante (por encima del punto medio de la escala).

**Tabla 5.** Respuestas a la cuestión siguiente: Con respecto a sus prioridades para el futuro ¿Cuál es la importancia para usted de los factores siguientes?

Ítems	ARGENTINA		BRASIL		COLOMBIA		ESPAÑA		MEXICO		PANAMA	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
a. Conseguir un empleo estable	4,37*	1,02	4,69°	0,73	4,24*	1,04	4,34*	0,89	4,53	0,75	4,84°	0,53
b. Oportunidades de ganar un salario alto	3,74*	1,04	4,49°	0,81	4,01	1,07	3,77*	1,02	4,20	0,85	4,63°	0,71
c. Empezar a ganar dinero lo más pronto posible	3,21*	1,17	3,96°	1,10	3,49	1,21	3,34*	1,72	3,53	0,93	4,16°	1,08
d. Trabajar en algo importante para la sociedad	4,32	0,96	4,23	0,99	4,37°	0,95	3,99*	1,01	4,18	1,06	4,55°	0,91
e. Ayudar a otras personas	4,44	0,86	4,27	1,01	4,27	0,98	3,98*	1,12	4,30	1,09	4,75°	0,59
f. Contribuir al desarrollo sostenible y a la protección del ambiente	4,39°	0,87	4,29°	1,02	4,47°	0,88	3,90*	1,07	4,35°	0,83	4,51°	0,82
g. Hacer algo que le interese	4,69*	0,61	4,83°	0,52	4,77	0,56	4,66*	0,61	4,83	0,45	4,80°	0,53
h. Usar sus talentos y habilidades	4,71*	0,66	4,78°	0,62	4,79°	0,57	4,52*	0,70	4,74	0,44	4,86°	0,38
i. Desarrollarse como persona	4,58	0,89	4,78	0,59	4,73	0,69	4,55*	0,73	4,71	0,52	4,84°	0,50

Las puntuaciones medias marcadas con asterisco (\*) y el superíndice (°) corresponden a las puntuaciones más bajas (\*) y más altas (°) de la serie de cada elemento, que indican diferencias estadísticamente significativas entre los países marcados con esas etiquetas ( $p < 0,05$ ).

A pesar de las altas puntuaciones en todos los ítems, las diferencias entre hombres y mujeres son significativas y unidireccionales: las mujeres puntúan en todos los ítems más alto que los hombres. Las diferencias son estadísticamente significativas en la mayoría de los elementos: conseguir un empleo estable ( $F(1, 2553) = 21,925$ ,  $p < 0,000$ ), trabajar en algo importante para la sociedad ( $F(1, 2549) = 36,993$ ,  $p < 0,000$ ), ayudar a otras personas ( $F(1, 2549) = 71,936$ ,  $p < 0,000$ ), contribuir al desarrollo sostenible y a la protección del ambiente ( $F(1, 2547) = 20,566$ ,  $p < 0,000$ ), hacer algo que le interese ( $F(1, 2548) = 14,651$ ,  $p < 0,000$ ), usar sus talentos y habilidades ( $F(1, 2541) = 9,640$ ,  $p = 0,002$ ) y desarrollarse como persona ( $F(1, 2539) = 30,002$ ,  $p < 0,000$ ).

Como en la cuestión anterior, el patrón optimista / pesimista entre los países se diluye un poco, aunque España sigue situada en la parte inferior y Panamá en la parte superior de puntuaciones, pero el papel de Argentina y Brasil en algunos ítems no corresponde al patrón de respuestas anterior. Las diferencias entre los países superiores e inferiores siguen siendo estadísticamente significativas con excepción del ítem más importante (hacer algo interesante) donde no existen diferencias entre países. Los estudiantes brasileños o panameños atribuyen más importancia relativa que el resto de países al dinero (relacionado con los ítems de ganar altos ingresos y ganar dinero pronto). Los estudiantes españoles consideran menos importante que los países americanos contribuir al desarrollo sostenible y a la protección del ambiente.

## Conclusiones

En este trabajo se estudian e informan los motivos de los estudiantes para la elección de sus cursos de CTIM a partir de sus experiencias anteriores y sus expectativas para el futuro, con los objetivos principales de identificar los factores más importantes, y las diferencias entre hombres y mujeres y los países participantes. La información se extrae de algunas preguntas cerradas del IRIS- Q, que fueron contestadas por los estudiantes matriculados en el primer año de universidad en seis países latinos.

Los resultados obtenidos identifican los factores más importantes para elegir el curso de CTIM, como se muestra en las respuestas de los estudiantes: el interés en el tema científico (seguido de cerca por la obtención de una respuesta clara del profesor y lecciones que muestran aplicaciones prácticas), los buenos profesores de ciencias (como la persona más importante), las series de televisión, los libros y las revistas de ciencia populares como las actividades más importantes y algunas de las prioridades para el futuro como hacer algo interesante, usar el talento y el desarrollo personal, coincidiendo estos factores, globalmente, con los resultados de estudios previos (Bøe, 2012).

Los factores menos importantes que rodean la elección CTIM de los estudiantes también son destacables: la experiencia escolar en el trabajo de campo o excursiones, los orientadores escolares, los juegos de ordenador o ganar dinero en el futuro. El escaso aprecio por los estudiantes del trabajo de campo o excursiones, en comparación con otras actividades, es una primera señal importante a destacar, pues parece sugerir que la elección de los estudiantes que optan por cursos de CTIM no está vinculada con ese tipo de actividades, de diversión o entretenimiento, que pueden percibirse como más fáciles (Bøe, 2012; Bøe *et al*, 2011; Holmegaard *et al*, 2012).

A la vista de los factores de la ciencia pre-universitaria, las consecuencias para promover las vocaciones CTIM en los jóvenes parecen inmediatas. Los profesores pre-universitarios son las principales personas que estimulan la participación de los jóvenes en CTIM y, además, la mayoría de los otros factores importantes encontrados están ligados a la enseñanza de las ciencias en la escuela, de modo que el principal rasgo de un modelo para el fomento de las

vocaciones de CTIM señala consecuentemente a la buena enseñanza de las ciencias, que comienza por la importancia de la figura del profesor. Una buena enseñanza de las ciencias debe fomentar el interés de los estudiantes por la ciencia (al mismo tiempo que contribuye a mejorar el aprendizaje), que parece clave para aumentar la motivación personal hacia CTIM. Más concretamente, de acuerdo con las respuestas de los estudiantes, la buena enseñanza de la ciencia para fomentar su interés tiene tres rasgos: los profesores realimentan a los estudiantes sobre la corrección de sus respuestas, las lecciones de ciencias muestran las aplicaciones prácticas, la atención del profesor sobre el aprendizaje del estudiante aumenta y el uso de referencias a series de televisión, libros y revistas de ciencia populares (Lyons *et al.*, 2012).

El análisis de las puntuaciones medias de la importancia asignada a los diferentes ítems permite elaborar una interpretación provisional sobre la fortaleza de la influencia relativa de los distintos factores en la elección, de acuerdo con la opinión de los estudiantes. Los ítems valorados con las puntuaciones más altas son las prioridades para el futuro. En el otro extremo, las personas y las actividades extra-escolares obtienen los puntajes relativamente más bajos. Las prioridades de los estudiantes para el futuro muestran un perfil optimista, ya que todos los elementos de esta cuestión alcanzan las puntuaciones medias más altas de todas las preguntas. Dentro de este alto perfil, las prioridades más importantes están relacionadas con el yo (hacer algo interesante, usar mis habilidades y desarrollo personal), mientras los objetivos materiales (ganar un buen salario, hacer dinero pronto) alcanzan la importancia más baja. En general, la alta apreciación de las prioridades futuras sugiere que los estudiantes asignan un alto valor a la utilidad futura de los cursos CTIM, para realizarse haciendo algo interesante, usando su talento y capacidad y ayudando a otras personas y contribuyendo a la sociedad, de modo que se puede concluir que el interés percibido de las carreras CTIM es la principal razón para elegir estas carreras tanto para hombres como para mujeres en la mayoría de los países (Bøe, 2012).

Entre los factores escolares, el interés hacia los temas CTIM es el más valorado y para todos los países, alcanzando puntuaciones tan altas como los ítems de prioridades futuras y también sin diferencias significativas entre hombres y mujeres. Por tanto, ofrecer a los estudiantes experiencias de aula que resulten interesantes es también una guía segura hacia la participación en CTIM, probablemente a través de la mejora de la motivación intrínseca, las creencias de autoeficacia y, en general, fortaleciendo el interés hacia la ciencia. Por el contrario, el perfil global de las actividades extraescolares es el más bajo de todos los factores examinados en este estudio, resultado que coincide con otras encuestas que reflejan una participación muy baja de los jóvenes en este tipo de actividades tales como visitas a zoológicos, museos de ciencia, etc. en comparación con otras actividades de ocio similares (Vázquez, 2013).

### **Las diferencias entre hombres y mujeres**

Las diferencias significativas entre hombres y mujeres corresponden a ítems y factores que ya se han informado en la literatura sobre las diferencias de género en la ciencia. En general, las mujeres aprecian más que los hombres los factores de personas influyentes y expectativas de futuro, mientras en las experiencias escolares (las mujeres consideran menos importantes las matemáticas en las clases de ciencias) y las actividades extraescolares (las mujeres consideran más importantes los museos y centros, las películas de TV y ferias y clubes de ciencias, mientras los hombres dan más importancia a los juegos de ordenador y la ciencia ficción) las diferencias de género están más igualadas.

En las dos cuestiones donde las mujeres puntúan, en general, más alto que los hombres, las diferencias son estadísticamente significativas en la importancia de la madre, el padre, los buenos profesores, los amigos, hermanos y otros familiares y los orientadores escolares.

Respecto a las prioridades futuras, las mujeres muestran un patrón más utilitarista y altruista, ya que consideran más importante que los hombres conseguir un empleo estable, trabajar en algo importante para la sociedad, ayudar a otras personas, contribuir al desarrollo sostenible y a la protección del ambiente, hacer algo interesante, usar talentos y habilidades y desarrollarse como persona (Bøe, 2012).

### Patrones y diferencias de la elección entre países

Las comparaciones entre países aportan patrones marcados por la denominada tendencia pesimista / optimista: países optimistas (Panamá y en menor medida Brasil) tienden a obtener puntajes más altos en la importancia de los elementos que los países pesimistas (España y en menor medida Argentina).

En general, casi todas las diferencias entre los países pesimistas y optimistas son estadísticamente significativas. En la siguiente lista se resumen algunos de los principales hallazgos:

- (a) Panamá es el único país donde la persona más importante no es el profesor, sino la madre,
- (b) Brasil y Panamá atribuyen mucha prioridad para el futuro a los elementos relacionados con el dinero,
- (c) Brasil considera la actividad más importante los libros y las revistas de divulgación científica, en lugar de las series de televisión,
- (d) España puntúa más bajo el uso de las matemáticas en el aula.

Estos hallazgos diferenciales entre los países constituyen un reto para buscar explicaciones sociales y culturales que requieren análisis más contextualizados.

Finalmente, cabe decir que la limitación principal de este informe es el espacio disponible, que obliga a restringir los datos presentados a los elementos centrales así como los resultados, ideas y debates sobre ellos. A pesar de estas limitaciones, esperamos haber contribuido a la investigación sobre la elección y participación de los estudiantes en CTIM añadiendo la perspectiva de diferentes países, según lo sugerido por Bøe y colaboradores (2011), y en particular, aportando datos útiles para definir las políticas educativas de los países iberoamericanos marcadas en las metas 2021.

### Notas

Nota de los autores: Proyecto de investigación EU-FP7 ciencia en la sociedad 2008-1, acuerdo de subvención 230.043, Intereses y Reclutamiento en Ciencia (IRIS).

### Referencias bibliográficas

- Blickenstaff, J. C. (2005). Women and science careers: leaky pipeline or gender filter? *Gender and Education*, 17(4), 369–386.
- Bøe, M. V. (2012). Science choices in Norwegian upper secondary school: What matters? *Science Education*, 96(1), 1 – 20.
- Bøe, M. V., y Henriksen, E. K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97, 550–573.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., y Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72.

- Comisión Europea (2004). *Increasing human resources for science and technology in Europe. Europe needs more scientists*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Dabney, K. P., Chakraverty, D., y Tai, R. H. (2013). The Association of Family Influence and Initial Interest in Science. *Science Education*, 97, 395–409.
- Eccles, J.S., y Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- ESA U.S. Economics and Statistics Administration (2011). *Women in STEM: A Gender Gap to Innovation*. Washington, U.S. Department of Commerce. Consultado en [www.esa.doc.gov](http://www.esa.doc.gov).
- Fensham, P. J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R. M. Janiuk and E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World-dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin: Maria Curie-Sklodowska University Press.
- Holmegaard, H. T., Madsen L. M., y Ulriksen, L. M. (2012). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215.
- Hyde, J. S. (1996). Meta-analysis and the psychology of gender differences. En B. Laslett, S. G. Kohlstedt, H. Longino y E. Hammonds (Eds.), *Gender and scientific authority* (pp. 302-320). Chicago: University of Chicago Press.
- IRIS (Interests & Recruitment In Science) Project (2008). *Factors Influencing recruitment, retention and gender equity in science, technology and mathematics higher education*. Consultado en <http://iris.fp-7.org/>
- Lyons, T. Quinn, F., Rizk, N., Anderson, N., Hubber, P., Kenny, J., ... Wilson, S. (2012). *Starting out in STEM*. New England: SiMERR National Research Centre.
- MEN Ministerio de Educación Nacional (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana*. Bogotá: MEN.
- OEI Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2010). *Metas educativas 2021, la educación que queremos para la generación de los bicentenarios*. Madrid: OEI.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo. V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission, Community Research.
- Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education)*. Oslo: University of Oslo.
- Vázquez, Ángel (2013). Educación: Percepción Social de la Ciencia en Jóvenes y su Relación con las Vocaciones Científicas. En FECYT (Ed.), *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2012* (pp. 25-68). Madrid: FECYT.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). *La relevancia de la educación científica*. Palma de Mallorca: Servei de Publicacions de la Universitat de les Illes Balears.

- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009a). La vocación científica y tecnológica: predictores actitudinales significativos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 213-231.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009b). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4). Consultado en <http://www.rieoei.org/2950.htm>.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2014, en prensa). El género y la educación científica: pruebas, logros, tendencias y retos. En J. Camacho (Ed.), *Educación Científica desde la Perspectiva de Género*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.